

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-305394

(43)Date of publication of application : 31.10.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01L 33/00  
H01S 5/026

(21)Application number : 2000-119178

(71)Applicant : KOIKE YASUHIRO  
SONY CORP

(22)Date of filing : 20.04.2000

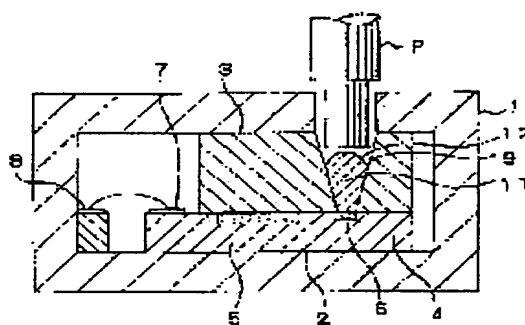
(72)Inventor : MATSUMOTO YOSHINOBU  
KOIKE YASUHIRO  
WATANABE KENJI

## (54) LIGHT RECEIVING DEVICE AND LIGHT-EMITTING DEVICE FOR OPTICAL FIBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a light receiving device (or light-emitting device) with which optical connection with high efficiency is realized and cost reduction is also realized although its structure is simple and a handling of connection or the like is easy, with respect to a light receiving device (or light-emitting device) for a optical fiber having a comparatively large core diameter like a multi-mode polymer optical fiber.

**SOLUTION:** The light receiving device is provided with an element layer 2 and a surface layer 3. A semiconductor photodetector 4 having a light receiving part 6 is formed in an element layer. While the diameter of one end side is made to have a diameter allowing the insertion of an optical fiber P, the diameter of the other end side is made to have the diameter of almost the same size as that of the light receiving part, a light transmission hole 9 having an inner peripheral surface of high reflexivity is formed in the surface layer in correspondence to the position of the light receiving part in the state of penetration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-305394  
(P2001-305394A)

(43) 公開日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
H 0 1 L 31/0232		H 0 1 L 33/00	M 5 F 0 4 1
	33/00	H 0 1 S 5/026	5 F 0 7 3
H 0 1 S 5/026		H 0 1 L 31/02	C 5 F 0 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-119178(P2000-119178)

(22) 出願日 平成12年4月20日 (2000. 4. 20)

(71) 出願人 591061046  
小池 康博  
神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町534の23  
(71) 出願人 000002185  
ソニー株式会社  
東京都品川区北品川6丁目7番35号  
(72) 発明者 松本 佳宣  
神奈川県横浜市保土ヶ谷区仏向町1716-1  
横浜・星の丘ビューシティーA-617  
(72) 発明者 小池 康博  
神奈川県横浜市青葉区市ヶ尾町534-23  
(74) 代理人 100093872  
弁理士 高崎 芳紘

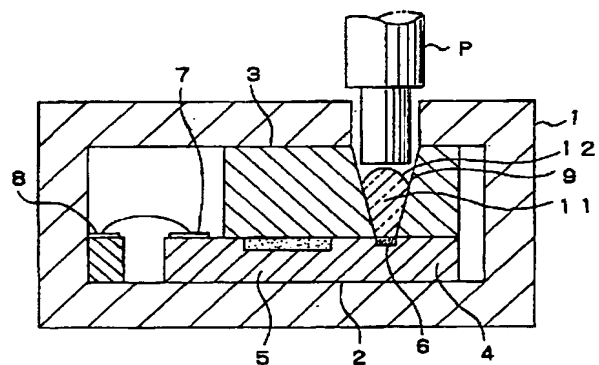
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ用の受光装置および発光装置

(57) 【要約】

【課題】 多モードポリマー光ファイバのように比較的コア径が大きい光ファイバ用の受光装置（または発光装置）であって、構造が簡易であって接続などの取扱いが容易でありながら高い効率の光学的接続を実現でき、低コスト化も可能とする受光装置（または発光装置）を提供する。

【解決手段】 受光装置は、素子層2と表面層3とを備え、素子層には、受光部6を有する半導体受光素子4が形成され、表面層には、一端側が光ファイバPを挿入可能な径とされる一方で、他端側が受光部の大きさと同じ程度の径とされ且つ、高反射性の内周面を与えられた導光孔9が貫通状態で受光部と位置対応させて形成される。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 光ファイバから出射される信号光を受光する受光装置において、素子層とこれに積層された表面層とを備え、前記素子層には、受光部を有する半導体受光素子が形成され、前記表面層には、一端側が前記光ファイバを挿入可能な径とされる一方で、他端側が前記受光部の大きさと同じ程度の径とされ且つ、高反射性の内周面を与えられた導光孔が貫通状態で前記受光部と位置対応させて形成されてなることを特徴とする光ファイバ用の受光装置。

【請求項 2】 光ファイバに信号光を入射させるための発光装置において、素子層とこれに積層された表面層とを備え、前記素子層には、発光部を有する半導体発光素子が形成され、前記表面層には、一端側が前記光ファイバを挿入可能な径とされる一方で、他端側が前記発光部の大きさと同じ程度の径とされ且つ、高反射性の内周面を与えられた導光孔が貫通状態で前記発光部と位置対応させて形成されてなることを特徴とする光ファイバ用の発光装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の受光装置または請求項 2 に記載の発光装置の製造方法であって、表面層用の基板に複数の導光孔を形成して表面層材を形成する工程、素子層用の基板に複数の半導体受光素子または半導体発光素子を形成して素子層材を形成する工程、前記表面層材を前記素子層材に積層する工程、および積層された表面層材と素子層材を一体的にダイシングして素子層と表面層からなるチップを得る工程を含んでなる製造方法。

【請求項 4】 表面層用の基板への導光孔の形成をサンドブラストにより行うようにした請求項 3 に記載の製造方法。

【請求項 5】 サンドブラスト処理後に導光孔の内周面に光沢めっき法によりめっきを施すようにした請求項 4 に記載の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバ用の受光装置および発光装置並びにその製造方法に関し、特に例えば多モードポリマー光ファイバのように比較的コア径が大きい光ファイバに好適な受光装置および発光装置並びにその製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 電話局間などを結ぶ幹線系についてはそのほとんどが既に光ファイバ化されて大容量・高速通信が可能となっている。しかしその一方で、電話局などから各ユーザーに到るアクセス系や各家庭内あるいは各オフィス内での電子機器間の接続系などについては未だ光ファイバ化が進んでいない。それにはさまざまな理由があるが、その最も大きな一つとして、従来の光ファイバシステムにおける光ファイバ同士の接続や光ファイバと受光装置あるいは発光装置との接続が複雑であり、高コ

ストであることが挙げられる。すなわちアクセス系などにおける光ファイバ化の普及のためには従来の金属ケーブルシステムにおけるような接続における高い取扱い容易性と廉価性が求められるが、従来の光ファイバシステムは、その接続構造が複雑であり、高コストであるために、このようなアクセス系などにおける光ファイバ化の広い普及の前提となる要求に応えることができていないということである。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 光ファイバと受光装置や発光装置との接続を簡易化する技術については、例えば特開平 10-221573 号および特開平 10-221574 号公報に開示されるような構造が既に提案されている。この構造は高反射性の導光路を利用して光ファイバを受光装置や発光装置と光学的に接続するものであり、従来の接続構造に比較して格段に簡易な構造で高い光学的な接続効率を得ることを可能とする。しかしこのような導光路による接続構造を実際の受光装置や発光装置として、特に低コスト化を可能とするように具体化するためには、デバイス構造自体にさらなる工夫が求められる。

【0004】 本発明は、以上のような事情を背景になされたものであり、構造が簡易であって接続などの取扱いが容易でありながら高い効率の光学的接続を実現でき、したがってまた低コスト化も可能とする受光装置と発光装置の提供を目的としており、またその製造方法の提供を目的としている。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】 本発明では、導光路による接続構造を単一の装置内に一体的に形成することで低コスト化を望める受光装置や発光装置を可能としている。具体的には、光ファイバから出射される信号光を受光する受光装置については、素子層とこれに積層された表面層とを備える装置構造とし、その素子層には、受光部を有する半導体受光素子を形成し、その表面層には、一端側が光ファイバを挿入可能な径とされる一方で、他端側が前記受光部の大きさと同じ程度の径とされ且つ、高反射性の内周面を与えられた導光孔を貫通状態で前記受光部と位置対応させて形成するようにしている。

【0006】 また光ファイバに信号光を入射させるための発光装置についても同様に、素子層とこれに積層された表面層とを備える装置構造とし、その素子層には、発光部を有する半導体発光素子を形成し、その表面層には、一端側が前記光ファイバを挿入可能な径とされる一方で、他端側が前記発光部の大きさと同じ程度の径とされ且つ、高反射性の内周面を与えられた導光孔を貫通状態で前記発光部と位置対応させて形成するようにしている。

【0007】 上記のような本発明による受光装置や発光装置は、さまざまな方法で製造することができるが、特

にその構造から、従来の一般的な半導体製造技術を利用して製造可能であるということが、低コスト化を図る上で有効である。そのような半導体製造技術を利用する製造方法は、表面層用の基板に複数の導光孔を形成して表面層材を形成する工程、素子層用の基板に複数の半導体受光素子または半導体発光素子を形成して素子層材を形成する工程、前記表面層材を前記素子層材に積層する工程、および積層された表面層材と素子層材を一体的にダイシングして素子層と表面層からなるチップを得る工程を含むことになる。

【0008】このような製造方法については、表面層用の基板への導光孔の形成をサンドブラストにより行うことが特に好ましい。その理由は以下の通りである。アクセス系などの光ファイバ化に特に有力である多モードポリマー光ファイバは、そのコア径が数百 $\mu\text{m}$ レベルと大きいことで光学的接続を容易にするということを大きな利点としているが、このことは例えば受光装置に関して一つの問題をもたらす。すなわち特に通信速度が例えばギガレベルまで高速化する場合に、受光素子における受光部が寄生容量などの問題に起因して小型化することから、光ファイバの出射端から受光部に向けて信号光を効率的に集光することが必要となり、この集光のための簡易な構造を容易に形成できることが望まれる。集光のための簡易な構造は、上記の特開平特開平 10-221573 号公報にも開示されるように、導光路を光ファイバ側から受光部側に向けて先細りとする、つまり円錐形状の貫通孔とすることである。そして円錐形状の貫通孔の形態で導光路を表面層用の基板に形成するには、サンドブラスト法が最適である。すなわちサンドブラスト法によれば、砂（切削粒子）の吹付け条件しだい自然に円錐形状を得ることができ、しかも砂の吹付け条件に応じて円錐の角度も容易に調節することができる。また多数の導光路を所定の配列パターンで同時的に形成することが容易であり、加工効率も高い。

【0009】このようにサンドブラスト法を用いる場合には、その処理の後に導光孔の内周面を高反射性とする処理が必要になる。その処理には光沢めっき法が好ましい。すなわち光沢めっき法によるめっきは、サンドブラストにより導光孔の内周面に生じている微小な凹凸を吸収することができ、これにより平滑で鏡面的な反射を生じる内周面を与えることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図 1 に、一実施形態による受光装置の構成を模式化して示す。図に見られるように受光装置は、例えば幅が 10 mm 程度で、高さが 5 mm 程度のパッケージ 1 で封止されており、その内部に、厚さが例えば 1 mm 程度の素子層 2 とこれに積層された例えば 2 ～ 3 mm 程度の厚さの表面層 3 からなる機能部を有している。シリコンウエハなどを基板とする素子層 2 には、半導体製造

技術で形成された例えばフォトダイオード構造の受光素子 4 と受信信号処理用の回路素子 5 が一体的に設けられており、その受光素子 4 の受光部 6 は素子層 2 において露出状態となるようにして形成されている。また素子層 2 にはボンディングパッド 7 が設けられており、これを介して電源端パッド 8 への素子層 2 の接続がなされている。

【0011】一方、表面層 3 は、例えばガラスやシリコンを素材としており、導光孔 9 が貫通状態で形成されている。この導光孔 9 は、素子層 2 の受光部 6 と位置対応するようにされており、受光部 6 の側に向けて先細りとなる円錐形に形成されている。より具体的には、一端側が例えば多モードポリマー光ファイバのようにコア径が 200 ～ 600  $\mu\text{m}$  程度で 500 ～ 1000  $\mu\text{m}$  程度の外径を有する光ファイバ P を挿入可能な径とされる一方で、他端側が例えば 100 ～ 500  $\mu\text{m}$  程度の大きさとされる素子層 2 の受光部 6 の大きさと同じ程度の径とされ、一端側から他端側に向けて連続的に径が縮小するようにされており、その最小径の開口端が受光部 6 に直接的に被さるようにされている。また導光孔 9 の内周面は例えばめっき処理などにより高反射面、特に鏡面的な高反射面となるようにされている。このように導光孔 9 をその内周面が高反射性である円錐形状とすることにより、光ファイバ P から出射される信号光を光ファイバ P の径よりも小さなサイズの受光部 6 に対して効率的に集光して入射させることができ、光学的接続の効率を大きく高めることができる。

【0012】また導光孔 9 には、信号光に用いられる光に対し透明性の高い材料で形成された透明体 11 がその一端を受光部 6 に密着させるようにして充填されている。この透明体 11 は、光ファイバ P から出射する信号光が受光部 6 に入射する際に受光部 6 の表面で反射されるのをできるだけ防止することで、上記のように円錐形導光孔 9 により高められた光学的接続効率をさらに高めるためのものである。したがって透明体 11 には、光ファイバ P のコアの屈折率や受光部 6 の屈折率にできるだけ近い屈折率を有し、しかも光ファイバ P を導光孔 9 に図に示すように挿入してその出射端面を透明体 11 に押接させる際に透明体 11 が変形して光ファイバ P の出射端面に密着できるような柔軟性に加えて適度な弾力性を有する材料を用いる。そのような材料としては、例えばシリコン系樹脂、アクリル系樹脂、エポキシ系樹脂あるいは熱可塑性エラストマー系樹脂などを用いることができ、なかでも好ましいのは安定性や密着性などの点からシリコン系樹脂によるゲル材である。なお、図では光ファイバ P が透明体 11 に押接する前の状態を示してある。

【0013】また透明体 11 の接触面 12 には、導光孔 9 に挿入された光ファイバ P がこの接触面 12 に押接してこれを変形させながら密着する際に、その密着面に空

気を取り込まれるのを防止できるような形状を与えるのが好ましい。つまり密着面に空気が取り込まれると、光ファイバPから透明体11に入射する信号光の界面反射率が高まり、それだけ光学的接続効率が低下することになるので、これを防止できるような形状を接触面12に与える。そのような形状は、接触面12の中央部が最初に光ファイバPの端面に接触する形状であり、具体的には例えば凸曲面形状や錐体形状などの凸形状であり。図の例では凸曲面形状にしてある。

【0014】また透明体11は、上記のように素子層2で露出状態とされている受光部6が導光孔9を介して外気に曝されるのを防止する役目も負っている。したがって透明体11の導光孔9への充填は十分な気密性が得られるようになるとともに、受光部6への密着にも十分な気密性が得られるようにする。そのためには、受光部6への密着側の柔軟性を接触面12の側のそれよりも高めるような構造を採用することも好ましいことの一つである。ここで、受光部6を素子層2において露出させ、これを透明体11で保護する構造は、導光孔9で集光した信号光をより効率的に受光部6に入射させるのに有効である。すなわち光ファイバPから出射される信号光を透明体11のみを媒体として受光部6に入射させることができ、例えば従来の一般的なフォトダイオードにおける樹脂封止のような構造が介在する場合に比べ、より効率的に信号光を受光部6に入射させることができる。

【0015】次に、本発明による発光装置の一実施形態について図2を参照して説明する。この発光装置は、素子層22に発光素子24が形成されていることを除いて、基本的には上記の受光装置と同様である。すなわちパッケージ1で封止された内部に素子層22とこれに積層された表面層23からなる機能部を有しており、その素子層22には半導体製造技術により例えば発光ダイオード構造やレーザダイオード構造などとして形成された発光素子24が発信信号処理用の回路素子25と一体的に設けられており、その発光素子24の発光部26は素子層22において露出状態で形成されている。一方、表面層23は、受光装置の場合と同様な円錐形の導光孔27が素子層22の受光部26と位置対応させて形成されている。ただこの導光孔27は、受光装置における導光孔9の集光機能とは逆にその円錐形状が機能することにより、発光部26から出射される信号光を発光部26のサイズよりも大きな径の光ファイバPに効率的に入射させるのに働く。

【0016】また導光孔27に透明体28が充填されていることも受光装置の場合と同様であり、この透明体28も受光装置の場合と同様な作用により、発光部26からの信号光が光ファイバPに入射する際に反射されるのを防止するなどに機能し、凸曲面形状の接触面29を有している。したがってそれらについての詳細な説明は省略する。

【0017】以下では上記のような受光装置や発光装置を製造する方法の一実施形態について説明する。本発明による受光装置や発光装置は従来の一般的な半導体製造技術を利用して製造するのが好ましい。半導体製造技術を利用して製造する場合には次のような工程を主要な工程として含む。大別してまず表面層材を形成する工程と素子層材を形成する工程がある。これらは互いに独立した工程であり、場合によっては表面層材の製造と素子層材の製造を別々の工場で行うこともあり得る。次に、表面層材を素子層材に積層してからダイシングして上記のような受光装置や発光装置の機能部となるチップを形成する工程があり、最後にこのチップをパッケージで封止する工程がある。以下、各工程について主な内容を説明する。

【0018】表面層材を製造するには、例えばガラスやシリコンあるいは金属あるいはプラスチックなどの適当な材料を基板に用い、これに後述する素子層材における半導体素子の配列パターンと対応するパターンで配列するようにして多数の導光孔を形成する。導光孔の形成には、基板がガラス材やシリコン材あるいは金属材であれば、例えばレーザ加工や超音波加工あるいはディーブリアクティブイオンエッチング法などを用いることができるが、円錐状の導光孔を最も効率的に形成する方法としてはサンドブラスト法が適している。一方、成形加工が容易なプラスチック材を用いる場合には、例えば射出成形などにより成形的に導光孔を形成する。ここでは例えば2~3mm程度の厚さのガラス板を基板に用いてサンドブラスト加工を行う場合について説明する。サンドブラスト処理による場合にはマスク法を用いる。すなわちサンドブラスト処理の影響を受けないような素材、例えばドライフィルムを用いたマスク層をガラス基板に積層し、それからこのマスク層にフォトリソグラフィなどでマスクパターンを形成し、そしてその上からサンドブラスト処理を施すことにより、所定配列パターンで導光孔を形成する。サンドブラスト法の場合には、通常の条件で砂を吹き付けるだけで、導光孔に円錐形状を与えることができる。また砂の吹付け圧などを適当に調整することで、円錐形状における傾斜角度も調節することができる。そして通常は、例えば45~70°の範囲で自由に角度を選ぶことができる。ここで、この傾斜角度は、上記の説明から分かるように、光ファイバの外径と受光部の大きさ、それに表面層の厚みとの関係からほぼ必然的に定まるので、これに応じて設定することになる。

【0019】このようにしてサンドブラスト法によりガラス基板に導光孔を形成したら、次には導光孔の内周面を高反射化する処理を施す。サンドブラスト法で形成した導光孔に対する高反射化処理には、例えば蒸着法やスパッタ法なども利用可能であるが、光沢めっき法が特に適している。光沢めっき法は電解めっき法によるのが通常である。したがって光沢めっき法で導光孔の内周面に

光沢めっきを施すには、導光孔の内周面に導電性を与える必要がある。そこで、まず前処理として無電解めっきにより下地の金属めっき層を導光孔の内周面に形成し、それからこの下地の金属めっき層の上に光沢めっきを施すようにする。このようなめっき処理を経ることにより、サンドブラストにより導光孔の内周面に生じている微小な凹凸を覆って平滑で鏡面的な反射を生じる内周面を与えることができる。以上により表面層材の製造は完了する。

【0020】素子層材の製造は、従来から一般的に用いられている半導体製造技術で行う。そのような半導体製造の工程は既によく知られているのでその説明は省略する。半導体製造工程により素子層材ができた後、通常はその工程の連続工程として、素子層材に表面層材をそれぞれの導光孔配列パターンと素子配列パターンが一致するようにして積層する。この積層は、素子層材がシリコンウエハを基板としており、表面層材がガラス板を基板としている場合には、例えば低融点ガラスによる接着で行うことも可能であるが、陽極接合によるのが好ましい。積層を終えたら、配列パターンに基づいてダイシングを行って素子層と表面層からなるチップを得る。そして得られたチップにパッケージ処理を施せば、上記のような受光装置または発光装置が完成する。

【0021】以上の上記各実施形態では、受光素子や発光素子を回路素子と一体的に設ける構造としていたが、これに代えて受光素子や発光素子と回路素子とをそれぞれ別の基板に形成する構造とすることも可能である。そのような構造とする場合の素子層材の製造は、受光素子

や発光素子用の素子層材の製造と回路素子用の素子層材の製造が別工程となるのが通常である。なおこの場合、回路素子用の素子層材については表面層を積層する必要はない。

【0022】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、光ファイバ通信システムにおける光ファイバと受光装置や発光装置との接続について、取扱いが容易である簡易な構造で高い効率の光学的接続を可能とし、大容量・高速通信を可能とする光ファイバ化をアクセス系や電子機器間接続系についても普及させるのに寄与できる。

【図面の簡単な説明】

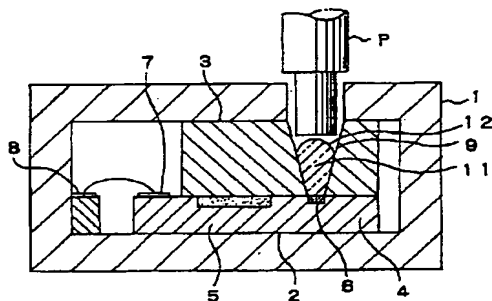
【図1】一実施形態による受光装置の模式化した構成図。

【図2】一実施形態による発光装置の模式化した構成図。

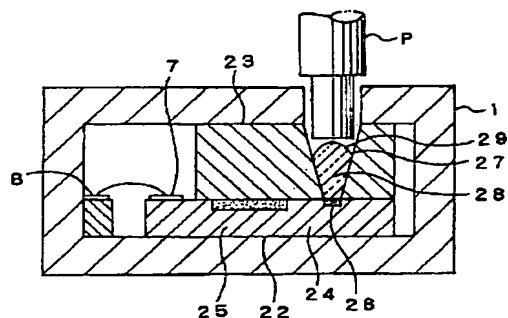
【符号の説明】

- 2 素子層
- 3 表面層
- 4 半導体受光素子
- 6 受光部
- 9 導光孔
- 22 素子層
- 23 表面層
- 24 半導体発光素子
- 26 発光部
- P 光ファイバ

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 健治  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA02 BA11 DA03 DA04  
DA06 DA14  
5F041 AA06 DA43 DA47 DA57 EE02  
EE04 FF14  
5F073 AB12 AB21 AB28 BA01 FA07  
FA13  
5F088 AA01 BA03 BA16 BB01 JA06  
JA12 JA14